

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-003693

(43)Date of publication of application : 07.01.2000

BEST AVAILABLE COPY

(51)Int.Cl.

H01J 43/06

H01J 43/30

(21)Application number : 10-167019

(71)Applicant : HAMAMATSU PHOTONICS KK

(22)Date of filing : 15.06.1998

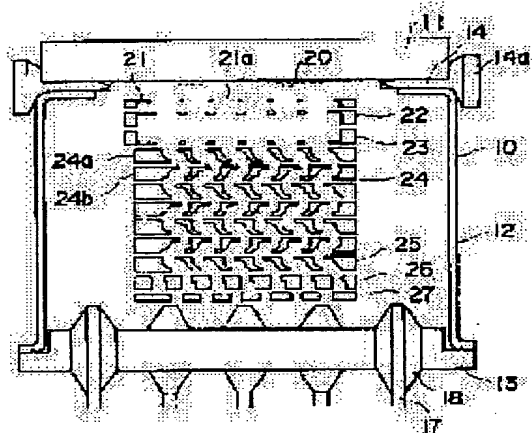
(72)Inventor : SHIMOI HIDEKI
KUSHIMA HIROYUKI
HASEGAWA HIROSHI
NAGAI TOSHIMITSU

(54) ELECTRON TUBE AND PHOTOMULTIPLIER TUBE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electron tube capable of preventing deterioration of sensitivity of a photocathode and stable output for a long time, in the case where the photocathode and a photomultiplier part are provided.

SOLUTION: An ion confinement electrode 22 and an ion trap electrode 23 are arranged between a photocathode 20 and a first stage dynode 24a. Potential of the ion confinement electrode 22 is set higher than that of the first stage dynode electrode 24a, and the potential of the ion trap electrode 23 is set higher than or equal to that of the photocathode 20, while it is set lower than that of the first stage dynode 24a. Thereby, ion feedback of positive ions generated near the first stage dynode 24a to the photocathode 20 can be effectively prevented, which prevents deterioration of sensitivity of the photocathode 20 and enables stable output for a long time.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.06.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-3693

(P2000-3693A)

(43) 公開日 平成12年1月7日(2000.1.7)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 J 43/06

43/30

識別記号

F I

H 0 1 J 43/06

43/30

テーマコード(参考)

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-167019

(22) 出願日 平成10年6月15日(1998.6.15)

(71) 出願人 000236436

浜松ホトニクス株式会社

静岡県浜松市市野町1126番地の1

(72) 発明者 下井 英樹

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ

トニクス株式会社内

(72) 発明者 久嶋 浩之

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ

トニクス株式会社内

(74) 代理人 100088155

弁理士 長谷川 芳樹 (外2名)

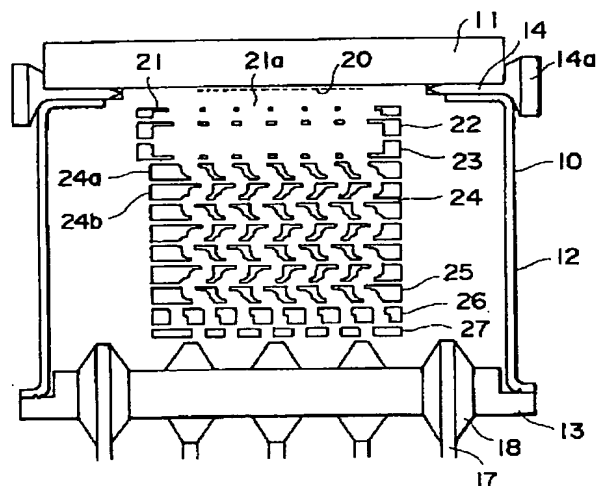
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子管及び光電子増倍管

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、光電陰極と、電子増倍部とを有する電子管において、光電陰極の感度の劣化を防止し、長時間の使用に対して安定した出力が可能な電子管を提供する。

【解決手段】 光電陰極20と、第1段ダイノード24aとの間に、イオン閉じ込め電極22及びイオントラップ電極23が配設されている。これらの電極の電位は、イオン閉じ込め電極22の電位が、第1段ダイノード24aの電位よりも高く、イオントラップ電極23の電位が、光電陰極20の電位よりも高いかもしくは等しく、かつ、第1段ダイノード24aの電位よりも低く設定されている。これによって、第1段ダイノード24a付近に発生する正イオンの光電陰極20へのイオンフィードバックを効果的に抑制することができ、その結果、光電陰極20の感度の劣化は防止されて、長時間の使用に対して安定した出力が可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】入射した光を光電変換して電子を放出する光電陰極と、二次電子放出により入射電子流を増倍する電子増倍部とを備え、

前記電子増倍部は、前記電子増倍部を構成する各部のうち前記光電陰極にもっとも近く位置して前記光電陰極より放出された電子が入射される電子入射部を含み、前記電子入射部の電位が、前記光電陰極の電位よりも高く設定された電子管において、

前記光電陰極と前記電子増倍部との間に、前記電子増倍部において発生する正イオンを閉じ込めるためのイオン閉じ込め電極と、前記イオン閉じ込め電極によって閉じ込められた正イオンを捉えるためのイオントラップ電極とを順次備え、

前記イオン閉じ込め電極の電位が、前記電子入射部の電位よりも高く、

前記イオントラップ電極の電位が、前記光電陰極の電位よりも高いかまたは等しく、かつ、前記イオントラップ電極の電位が、前記電子入射部の電位よりも低く設定されたことを特徴とする電子管。

【請求項 2】請求項 1 記載の前記電子管において、前記電子入射部である第 1 段ダイノードを含む複数段ダイノードからなる前記電子増倍部と、増倍された二次電子流を取り出すアノード電極とを備え、前記イオン閉じ込め電極の電位が、前記第 1 段ダイノードの電位よりも高く、前記イオントラップ電極の電位が、前記第 1 段ダイノードの電位よりも低く設定されたことを特徴とする光電子増倍管。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、入射した光を光電変換して電子を放出する光電陰極と、二次電子放出により入射電子流を増倍する電子増倍部とを備える電子管に関し、例えば複数段に積層されたダイノードからなる電子増倍部を有する光電子増倍管に適用される。

【0002】

【従来の技術】従来、光電子増倍管は原子核・高エネルギー物理、及び核医学などの分野における各種測定に広く使用されている。

【0003】図 5 に、従来の光電子増倍管の一例の上面図及び断面図を示す。この光電子増倍管は、入射光を受ける円形の受光面板 11 と、受光面板 11 の内部下面に形成され、その電位は 0 V に保持されている光電陰極 20 と、光電陰極 20 に対して正電位であり光電陰極 20 より放出された電子が入射される第 1 段ダイノード 24 a を含む複数段ダイノードによる電子増倍部 24 を持つ。電子増倍部 24 の各段のダイノード 25 には多数の電子増倍孔がマトリクス状に配列・形成されており、また、これら積層したダイノード 25 の下部には、アノード

電極 26 及び最終段ダイノード 27 が順に配設されている。光電陰極 20 と電子増倍部 24 との間には、電子収束部 21 a を有する収束電極 21 が配設されており、光電陰極 20 と同電位に保持されている。これによって、光電陰極 20 から放出された光電子は第 1 段ダイノード 24 a に向かって加速され、電子収束部 21 a によって軌道を収束された後、第 1 段ダイノード 24 a の所定の領域内に入射する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の光電子増倍管において、長時間の使用とともに光電陰極の感度が劣化し、その結果、入射光に対する光電子増倍管の出力が低下するという問題が生じている。このような問題は、特に GaAs などの半導体光電陰極を用いた光電子増倍管において顕著に現れる。

【0005】本発明は、光電陰極と電子増倍部とを有する電子管において、光電陰極の劣化を防止し、長時間の使用に対して安定した出力が可能な電子管を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、発明者は上記光電陰極の劣化の原因について検討した結果、電子増倍部のうちもっとも光電陰極に近い電子入射部付近において正イオンが発生し、当該正イオンが発生場所の電界によって光電陰極に向かって加速されて、光電陰極に衝突するイオンフィードバックを起こし、その結果光電陰極を劣化させていることを見出した。

【0007】そこで本発明による請求項 1 に記載の電子管は、入射した光を光電変換して電子を放出する光電陰極と、二次電子放出により入射電子流を増倍する電子増倍部とを備え、電子増倍部は、電子増倍部を構成する各部のうち光電陰極にもっとも近く位置して光電陰極より放出された電子が入射される電子入射部を含み、電子入射部の電位が、光電陰極の電位よりも高く設定された電子管において、光電陰極と電子増倍部との間に、電子増倍部において発生する正イオンを閉じ込めるためのイオン閉じ込め電極と、イオン閉じ込め電極によって閉じ込められた正イオンを捉えるためのイオントラップ電極とを順次備え、イオン閉じ込め電極の電位が、電子入射部の電位よりも高く、イオントラップ電極の電位が、光電陰極の電位よりも高いかまたは等しく、かつ、イオントラップ電極の電位が、電子入射部の電位よりも低く設定されたことを特徴とする。

【0008】また、請求項 2 に記載の光電子増倍管は、請求項 1 記載の電子管において、電子入射部である第 1 段ダイノードを含む複数段ダイノードからなる電子増倍部と、増倍された二次電子流を取り出すアノード電極とを備え、イオン閉じ込め電極の電位が、第 1 段ダイノードの電位よりも高く、イオントラップ電極の電位が、第

1 段ダイノードの電位よりも低く設定されたことを特徴とする。

【0009】このような電子管においては、外部から入射した光は光陰極によって光電子に変換され、光陰極に対して正電位であるイオン閉じ込め電極に向かって加速され、イオン閉じ込め電極及びイオントラップ電極の開口部を通過した後に、電子増倍部の電子入射部に到達する。このとき電子入射部付近において正イオンが発生する。

【0010】本発明による電極構造においては、発生した正イオンは光陰極に向かって加速されるが、電子入射部に対してイオン閉じ込め電極は正電位であるため、正イオンはイオン閉じ込め電極の開口部を通過して光陰極に到達することができない。最終的に正イオンは、イオン閉じ込め電極及び電子入射部のいずれよりも低い電位に設定されているイオントラップ電極に、また一部は電子入射部自身に捉えられ、それによって光陰極の劣化が防止される。

【0011】この場合、イオン閉じ込め電極の電位は、光陰極から電子増倍部への光電子の収束を損なうことのない範囲において、正イオンの発生場所である電子入射部よりも高い電位に設定することによって、光電子の収集効率を低下させることなくイオンフィードバックとそれによる光陰極の劣化を効果的に抑制することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面とともに本発明による光電子増倍管の好適な実施形態について説明する。図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。また、図面の寸法比率は、説明のものとは必ずしも一致していない。なおここでは、電極間の電位の高低は、電位の絶対値にはならず電極間の電位差の正負によって定義し、例えば電極 A が電極 B に対して正電位にあるときに電極 A の電位は電極 B の電位よりも高いとする。

【0013】図 1 は本発明に係る電子管の光電子増倍管における実施形態の断面図を示す。この光電子増倍管は、真空容器 10 の内部に複数段ダイノードからなる電子増倍部 24 を配設して構成され、真空容器 10 は、入射光を受ける円形の受光面板 11 と、この受光面板 11 の外周部に配設される円筒形の金属側管 12 と、基台部を構成する円形のステム 13 とから形成されている。

【0014】受光面板 11 の内部下面には、GaAs からなる半導体光陰極 20 が形成されており、電位 0V に保持されている。形成された GaAs からなる光陰極 20 の組立時における熱的損傷を防ぐために、受光面板 11 及び金属側管 12 はインジウムシール 14 によるコールドシールによって接合され、その外側は保持リング 14a によって保持されている。

【0015】電子増倍部 24 は、正方形の平板状の金属

表面の所定の部位に二次電子放出面が形成されたメタルチャンネル型のダイノード 25 を 7 段に積層して構成されている。各段のダイノード 25 には多数の電子増倍孔が形成されており、それらの電子増倍孔はスリット状に配列されている。また、これら積層したダイノード 25 の下部には、アノード電極 26 及び最終段ダイノード 27 が順に配設されている。

【0016】光陰極 20 と第 1 段ダイノード 24a との間には、多数の開口がスリット状に配列・形成されている電子収束部 21a を有する収束電極 21 が配設されている。この収束電極 21 は光陰極 20 と同電位に保持されており、それによって光陰極 20 から放出された光電子は、電子収束部 21a の影響によって軌道を収束され、第 1 段ダイノード 24a の所定の領域内に入射される。

【0017】本実施形態における特徴として、収束電極 21 と第 1 段ダイノード 24a との間に、イオン閉じ込め電極 22 及びイオントラップ電極 23 が配設されている。

【0018】図 2 は収束電極 21、イオン閉じ込め電極 22 及びイオントラップ電極 23 の開口構造に関して一部破断して示した斜視図である。イオン閉じ込め電極 22 及びイオントラップ電極 23 においても、電子収束部 21a を構成している収束電極 21 のスリット状の開口に対応して、多数の開口がスリット状に配列・形成されている。なお、図 2 には接触端子や電極を積層・保持するための構造など、開口部以外の構造は省略されている。

【0019】基台部となるステム 13 には、外部の電圧端子と接続して収束電極 21、各ダイノード 25、27、イオン閉じ込め電極 22 及びイオントラップ電極 23 などに所定の電圧を与えるピン 17 が貫通されており、各ピン 17 は、テーパー状のハーメチックガラス 18 によってステム 13 に対して固定されている。

【0020】図 3 に収束電極 21、イオン閉じ込め電極 22、イオントラップ電極 23、第 1 段ダイノード 24a 及び第 2 段ダイノード 24b に設定される電位を示す。収束電極 21 の電位は光陰極 20 と同電位の 0V であり、第 1 段ダイノード 24a 及び第 2 段ダイノード 24b にはそれぞれ 94.1V 及び 188.2V が印加される。それに対して、イオントラップ電極 23 の電位は光陰極 20 と同電位の 0V とし、イオン閉じ込め電極 22 には第 1 段ダイノードよりも高い 188.2V が印加される。イオン閉じ込め電極 22 の電位については、本実施形態においては第 2 段ダイノード 24b と等しくすることによって、ピン 17 の数を増やすことなく必要な電位を与えることができる。

【0021】このように各々の電極の電位を設定したときの、電子増倍部 24 において発生する正イオンの軌道の計算例が、図 3 に示されている。イオンフィードバッ

クをおこす正イオンの発生機構については、第1段ダイノードに入射する光電子によって第1段ダイノードの二次電子放出面に吸着しているガス分子が放出され、そのガス分子に光電子または二次電子が衝突することによって正イオン化するものと推測される。

【0022】上記の電極構造において、第1段ダイノード24a付近(図3における領域A)で発生した正イオンは、イオン閉じ込め電極22によって電位的におさえられ、最終的にイオントラップ電極23に、また一部は第1段ダイノード24a自身に吸収され、それによって正イオンは光電陰極に到達することができない。

【0023】また、電子流から考えると、第2段以降のダイノード付近の方が正イオンの発生数が多いと考えられる。図3に第2段ダイノード24b付近(図3における領域B)で発生した正イオンの軌道の計算例が示されているが、それらの正イオンは前段のダイノード、したがってこの場合には第1段ダイノード24a、もしくは第2段ダイノード24b自身に吸収される。このため、第2段以降のダイノード付近において発生する正イオンは、従来の光電子増倍管においてもイオンフィードバックとそれによる光電陰極の劣化には寄与しないと推測され、したがってイオン閉じ込め電極22の電位については、第1段ダイノード24aの電位よりも高く設定するという条件によって十分なイオンフィードバックの抑制効果を得ることができる。

【0024】上記の実施形態によって示された構成を有する実施例による光電子増倍管の相対出力の経時変化特性を、イオン閉じ込め電極及びイオントラップ電極を持たない従来のGaAs半導体光電陰極を有する光電子増倍管と比較して図4に示す。従来型のものが100時間後に55%まで出力が低下しているのに対し、本発明による改良型のものは100時間後においても98%と光電陰極の劣化による出力の低下は見られず、長時間の使用に対して非常に安定した性能が実現されている。

【0025】本発明は、上記実施形態に限られるものではなく、種々の形態の電子管及び光電子増倍管に対して適用が可能である。

【0026】例えば、上記実施形態では、各段のダイノードにスリット状に配列・形成された複数の電子増倍孔を有するメタルチャンネル型のダイノードを用いているが、マトリクス状に配列・形成された複数の電子増倍孔を有するメタルチャンネル型のダイノードを用いても良い。この場合、収束電極、イオン閉じ込め電極及びイオントラップ電極の開口構造もダイノードに対応したマトリクス状の開口とすることができる。さらに、各段のダイノードに複数の電子増倍孔を持たないダイノード、また例えばセラミック表面の所定の部位に二次電子放出面が形成されたダイノードなどメタルチャンネル型以外のダイノードに対しても同様な作用効果が得られる。

【0027】また、上記実施形態では収束電極が用いら

れているが、例えばマイクロチャンネルプレートを用いた光電子増倍管もしくはイメージ管など、収束電極を用いていない場合においても、同様の作用効果が得られる。マイクロチャンネルプレートは、内壁を二次電子放出面とした微細なガラスパイプの集合体からなり、パイプに沿って内壁への電子の衝突と二次電子の放出が多数回繰り返されることによって入射電子を増倍するダイノードであり、光電陰極に対して正電位であるマイクロチャンネルプレートの電子入射面を電子増倍部の電子入射部として、本発明を適用することができる。なお、イメージ管とは、入射した光学像が光電面において光電変換によって光電子像に変換され、光電子像は電子レンズ系で加速・結像され、電子増倍部で増倍された後、蛍光面に入射して光学像として再生される電子管である。

【0028】

【発明の効果】本発明による電子管は、以上詳細に説明したように、次のような効果を得る。

【0029】すなわち、光電陰極と電子増倍部との間に、イオン閉じ込め電極と、イオントラップ電極とを順次配設し、イオン閉じ込め電極の電位が、電子入射部の電位よりも高く、イオントラップ電極の電位が、光電陰極の電位よりも高いかまたは等しく、かつ、電子入射部の電位よりも低く設定されることによって、電子入射部付近において発生する正イオンの光電陰極へのイオンフィードバックによる光電陰極の劣化を防ぎ、長時間に亘って安定した出力による動作をする電子管が可能になる。

【0030】イオンフィードバックによる光電陰極の劣化は、半導体光電陰極を用いた電子管において顕著に現れるものであるが、それ以外の光電陰極を用いた電子管においても一般的に起こる現象であり、その寿命に影響を及ぼすと考えられる。したがって本発明による電極構造と各電極の電位設定は、半導体以外の光電陰極を用いた電子管に対しても有用である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光電子増倍管に係る実施形態の構成の断面図である。

【図2】図1に示した光電子増倍管の収束電極、イオン閉じ込め電極及びイオントラップ電極の開口構造を一部破断して示す斜視図である。

【図3】図1に示した光電子増倍管の各電極の電位及び正イオンの電極間での軌道の計算例を示す断面図である。

【図4】実施例の光電子増倍管の相対出力の経時変化特性を従来例と対比するグラフである。

【図5】従来の光電子増倍管の構成を示し、(a)は上面図、(b)は断面図である。

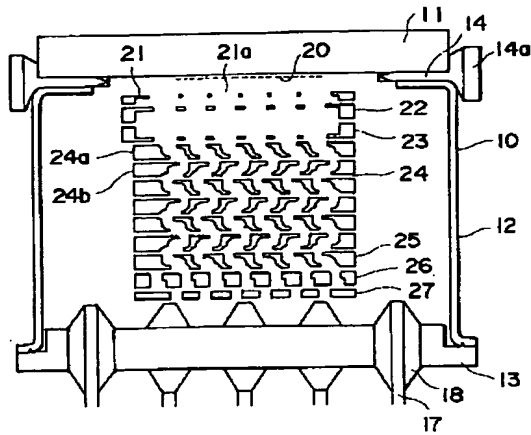
【符号の説明】

10…真空容器、11…受光面板、12…金属側管、13…ステム、14…インジウムシール、14a…保持リ

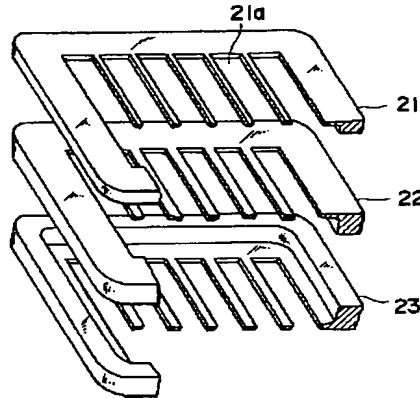
ング、15…アルミ膜、16…保持用スプリング、17…ピン、18…ハーメチックガラス、19…金属チップ管、20…光電陰極、21…収束電極、21a…電子収束部、22…イオン閉じ込め電極、23…イオントラッ

プ電極、24…電子増倍部、24a…第1段ダイノード、24b…第2段ダイノード、25…ダイノード、26…アノード電極、27…最終段ダイノード。

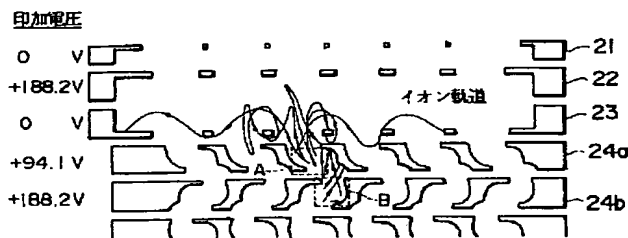
【図1】



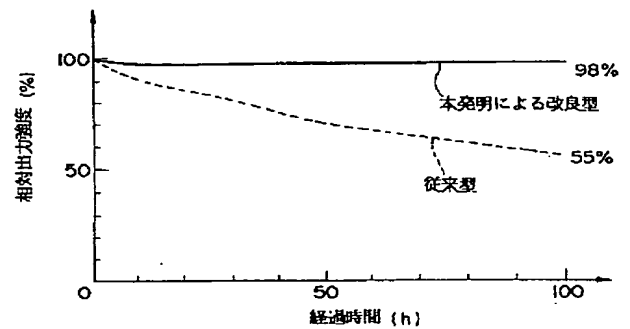
【図2】



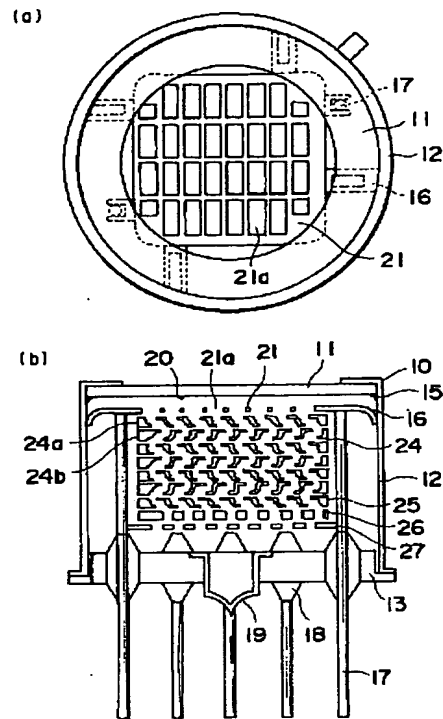
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 長谷川 寛
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(72)発明者 永井 俊光
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

BEST AVAILABLE COPY